

A talaj mikrofaunája a talajmikrobiológia keretében*

Fehér professzor korábbi előadásában vázolta azokat a kérdéseket, amelyek a korszerű talajmikrobiológiát foglalkoztatják. Rámutatott mindazokra az abiotikus és biotikus faktorokra, amelyek azt a végtelenül bonyolult magasabbrendű szervezetet létrehozzák, amelyet általában termőtalajnak nevezünk. Láttuk, hogy a talaj életét csak úgy érthetjük meg, ha a lehetőséghez képest megvizsgáljuk mindazokat a tényezőket, amelyek a talaj életét önmagukban, de főként egymás közötti kapcsolatukban befolyásolják.

Valóban, ha a talajt úgy tekintjük, mint életteret, nagy kiterjedésű bióhört, amelyben a fizikai, kémiai és biológiai viszonyok egymásra hatnak, akkor közelebb jutunk a talaj életének megértéséhez. Ebben a hatalmas zenekarban minden abiotikus és biotikus tényezőnek megvan a maga kisebb-nagyobb fontosságú szerepe. Egyiket sem érthetjük meg a többiek szerepének ismerete nélkül. Viszont figyelembe kell vennünk hogy minden tényező is állandó változásokon megy keresztül. Talajtanában erre mutatott rá Viljamsz, amikor kimondja: »Minden természetes testre, melyet adott pillanatban megfigyeltünk, úgy kell tekintenünk, mint a megfelelő folyamat kifejlődésének pillanatnyi állapotára. Minden jelenség és test összes tulajdonságai és jellegei szakadatlanul változnak és a tudomány feladata, hogy megmagyarázza e változások mindegyikének irányát és sebességét, amellyel az végbemegy«.

A talajban élő *végvények* (Protisták) életét és szerepét is csak akkor érthetjük meg igazán, ha ilyen szempontból vizsgáljuk őket. Hibát követnénk el, ha tisztán csak önmagunkban tekintenénk őket. Ellenkezőleg: az abiotikus és biotikus tényezők összességének, egészének hátterében kell hozzányulnunk a talaj életében vitt szerepük felderítéséhez. A talajvizsgálatok alapján arra a fontos ökológiai megállapításra kell jutnunk, hogy a talajban élő mikro- és makroszervezetek egységes *életközösséget*, *biocénózist* alkotnak. Mindnyájan függenek egymástól és kölcsönhatásban vannak nemcsak egymással,

hanem a talaj biotikus tényezőivel is. Ez a talaj-biocénótika legfontosabb tudományos és gyakorlati felismerése.

A talajvégvényeknek a talajban való előfordulásáról már 1837 óta tudunk Ehrenberg közleményeiből. De rendszeres kutatásuk csak mintegy 30–40 évvel ezelőtt indult meg. Kiderült, hogy mindenféle talajban, főként a legfelsőbb rétegekben nagyszámú protista él. Fehér professzor intézetében a világ minden részéből beszerzett talajokban nagyszámú és igen változatos fajokból összetett protozoa-faunát találtam. Amint vizsgálataim során tapasztaltam, az erdei és mezőgazdasági talajokban éppenúgy jelen vannak, mint pl. az ausztriai Schneeberg 2000 m magasságban fekvő nedves, vagy a Szahara rendkívül száraz talajaiban. Meg lehet találni őket az északi Lappföld tundrák, nyáron is csak kis rétegekben felolvadó talajában, a tengerparti eléggé sós talajokban és az alföldi szikesekben is.

Sokáig azt hitték, hogy a *laza homokban* nincsen semmiféle élőlény. Sassuchin szovjet kutató volt az első, aki az Oka-folyónak azt a nedves parti homokját vizsgálta meg, amely a víz szintje fölé emelkedik (1926). Ő a nedves homokot átitató víz állati végvényeit (Protozoa) vizsgálta meg és feltűnt neki a talált végvények gazdagsága. Később munkatársaival (Kabannov és Neistvestnova) nemcsak a végvényeket, hanem a homokban található soksejtű állatokat, valamint a növényi szervezeteket is felkutatták. Vegyi elemzésekkel megállapították a homokba szívódott víz összetételét és az egyéb életfeltételeket is. Sassuchin a kirgiz puszták nedves parti homokjában is gazdag alsórendű élő világot talált. Kutatásaiból kiderült, hogy a nedves homok is élőlényekben gazdag igazi lélettér, amelyben az élőlények összessége kitűnően kiegyensúlyozott életközösséget (biocénózist) tartalmaz. Ezt az életközösséget »psammona«-nak vagy »mikropsammona«-nak nevezték el. (Psammos-homok).

Ökológiai nyelven azt mondjuk tehát a talaj végvényeiről, hogy ökológiai ellenállóképük ill. tűrőképességük, azaz *ökológiai valenciájuk* igen nagy. Ennek mértékét legjobban mutatja az, hogy a nagyon savanyú 3,5 pH-jú

* A Mezőgazdasági Kísérletügyi Központ 1951. évi január–februárjában tartott felsőkader továbbképző tanfolyamán elhangzott előadás.

talajokban is épen úgy meg tudnak élni mint a 9,5 pH-jú igen lúgos kémhatású talajokban. Ugyanúgy tűrik a hőmérsékleti szélsőségeket is, mert közvetlenül a fagyott felső rétegű talajokban is találtam eleven véglényeket s megtalálhatók a 30–35°-os talajokban is. Nagyon csekély vízzel is megelégszenek. A talajrögökhöz tapadó csak néhány mikronnyi vastagságú *adhéziós* víz elegendő számukra. Mivel mindnyájan vízi élőlények, azért a talajban bármilyen alakban meglévő cseppfolyós vizet fel tudják használni, viszont a teljesen száraz talajban, melyben élet-elemük legkisebb mennyisége is hiányzik már nem képesek eleven aktív életmódra. Ha a talajban az adhézios vizen kívül a nagyobb tömegben jelenlévő *kapillaris* víz is megvan akkor ott az aktív protisták már nagyobb számban jelentkeznek.

Milyen Protisták élnek meg a talajokban?

Már a csak szisztematikai irányban dolgozó talajbiológusok is megállapították hogy a véglényeknek 3 osztályba tartozó fajai fordulnak elő a talajokban.

1. Leggyakoribbak az *állásállatok* (*Sarcodina*) amelyek között legtöbbször találhatók a *gyökérlábúak* (*Rhizopoda*) mégpedig ezeknek *csupasztestű* alrendje (*Nuda*) és a különféle alakú, sokszor igen szép rajzolatú burokkal, házzal vagy tokkal ellátott alakjai: a *tokos amebák* (*Testacea*). Előbbiek teste szinte csak egy protoplazma cseppecske, utóbbiaké már fejlettebb, mert puha protoplazma testüket a maguktól épített tokokba rejtik s csak állásaikat dugják ki azokból hogy táplálékot fogjanak velük a környezetből. Mindkét csoport tagjai állásaikkal változtatják helyüket is s lassú gördülő mozgással haladnak előre. Kevés nedvességgel is megelégszenek s kétségtelen hogy a legtöbb esetben aktív életet élnek a talaj régei között. Vizsgálataim során én is nagy számban találtam meg őket az erdő, a füves rétek talajában valamint a mezőgazdasági talajokban is.

2. A Protozoák második osztályának az *Ostoro-végélényeknek* (*Mastigophora* vagy *Flagellata*) számos faja fordul elő a talajokban. Testük többnyire gömbölyű, kúp vagy henger alakú s egy vagy több ostoruk (flagellum) van, melynek segítségével igen eleven mozgásokat végeznek. Egyik részük állati életmódot él, azaz kész szerves anyagokkal táplálkozik, másik részük azonban olyan alkotású, hogy a botanikusok a növények közé sorolják őket. Kétségtelen hogy igen ősi szervezetek s mivel a növényi és állatvilág között az összekötő kapcsot képezik, azért nevezzük őket protistáknak. Így helyesebb, ha a velük is foglalkozó talajbiológus inkább talajprotistológusnak mondja magát. A talajban élő Ostoro-végélények igen aprók, néha csak néhány mikronnyi nagyságúak. Van olyan talajvégélények, pl. a gyakori *Naegleriák* és *Vahlkampfiák* amelyek bővebb víztartalom mellett ostorral, csekélyebb víz mellett pedig amebaszerűen változtatják helyüket.

3. A Protozoák harmadik osztályába a *Csillagós végélények* (*Ciliata*) tartoznak. Ezeknek is számos faja található meg a talajokban. Az előbbiekénél máris jóval magasabbrendű szervezetek, nagyobb testűek, élénk és gyors mozgásúak, ezért nagyobb víztartalmat kívánnak meg s így aktív életet csakis bőséges talajvíztartalom mellett élnek. Nem régen még kétségbe vonták, pl. Koffmann, hogy a Ciliáták a talajban aktív életmódot folytathatnának. Ámde a szovjet Losina-Losynsky és Martinov alapos vizsgálataikkal kétségtelenül bebizonyították azt, hogy egyes Ciliáták, pl. a *Colpoda steini* eleven állapotban találhatók meg a talajban. Tapasztalataim szerint is igen sok *Ciliata* fordul elő aktív állapotban mind a nedves rétek, mind az erdő- és mezőgazdasági talajok élőlényei között. Ám sajátos alkalmazkodóképességükre vall az a körülmény, hogy ugyanaz a *csillagós-végélényfaj* jóval kisebb termetű a talajban, mint pl. a nyílt vizekben tavak, tócsák fenekén élő fajtársaik.

Ezek a végélények a talajban csak akkor élhetnek ú. n. aktív életet, ha bármilyen formában cseppfolyós víz áll rendelkezésükre. Ezért a talajban csakis olyan fajok találhatók, melyek természetüknek megfelelően igen csekély vízzel is megelégszenek. Azonban ezen az életfeltételén kívül is csak olyan végélények élhetnek meg, amelyek a talaj gyors kiszáradása következtében gyorsan betokozódhatnak, azaz nagymértékben összezsugorodott és vizet veszített testüket kemény burokkal veszik körül, mely protoplazmájuk teljes kiszáradását megakadályozza. Ezt a tokot, ill. a végélény betokozódott állapotát *cystának* nevezzük. A talajvégélények képesek arra, hogy cysta-állapotban sokszor évekig is *lappangó életet* (anabiozis, asphyxia) élve dacolni tudjanak a legnagyobb szárazsággal, faggal, vagy más, az életet megsemmisítő hatásokkal is. Az ilyen cystát, ha a talaj felszínére kerül könnyen szárnyaira kaphatja a szél s finom porszem alakjában messzire elröpítheti és új élettérbe juttathatja. Főként ebben az állapotban terjedtek el ősi geológiai időkben és terjednek el ma is a Föld minden helyének talajában. Tokos (cysta) állapotban nemcsak a pusztulást jelentő kiszáradástól menekülnek meg a végélények, hanem a legszélsőségesebb hőmérsékleti ingadozásokat, különleges kémiai változásokat is eltűrik, mert a tok kitűnően megvédelmezi minden lehető káros hatástól.

Amikor a betokozódott végélények újra megfelelő hőmérsékleti viszonyok között megfelelő nedvességbe kerülnek, akkor a nedvességet felszívó tok megreped vagy felpuhul, a száraz protoplazma is vízzel telítődik és az állat rövid időn belül újra élheti saját eleven életét. A betokozódott állapotban elevenné-válás sokszor igen rövid idő alatt megtörténhet. Megfigyeléseim szerint egyes gyökérlábú végélények tokjai langyosvízbe jutás után már 10 perc alatt átalakulnak s ez idő leteltével az állatkák kibújva

a védőburokból, vígan mozognak tovább, mintha nem is töltöttek volna hosszú időt a lappangó élet állapotában.

Ámde a tokon belül gyakran különös változások is végbemehetnek. Legtöbbször egy állatka bújik elő a tokból, más fajoknál a tok plazmája 2, 4 vagy több leánysejtre oszlik s ilyenkor a tok a szaporodás szolgálatában állott. Előfordul az is, hogy két véglény egyesül egy tokban, ahelyből azután egy egyed kerül ki.

A betokozódást nemcsak a külső körülmények indítják meg, hanem — amint számos kísérlettel bebizonyították — a véglények belső szervezeteiben beálló belső erők is. Kiderült, hogy a tokképzés a legkedvezőbb körülmények között is megindul, mert ez a pihenési időszak hozzátartozik a véglények *életciklusához*. Úgy tűnik fel, hogy ilyenkor bizonyos kifáradást pihennek ki a tokból kibújt állatok mintegy *megfiatalodva* kezdik el új életüket és szaporodásukat. Ezt magam is sokszor megfigyeltem tenyészteimben; ámde azt is, hogy a tokból egyáltalában nem bújt elő az állatka: a betokozódás nem sikerült, a véglény elpusztult.

A véglényeknek ez a sajátos *életmódja* magyarázza meg azt, hogy a talajban rendszeren igen nagy számban találunk betokozódott egyedeket. Különösen télen, amikor a talaj nedvessége jéggé fagyott s az egész talajréteg az átfagyottság állapotában dermed, akkor az állati véglények is tokos állapotban, mint cysták várják meg az életüknek megfelelő körülmények bekövetkezését. De nagyon sok cystát találunk nyáron is, főként a nem öntözött, teljesen kiszáradt talajokban. Vizsgálataim szerint még a mezőgazdasági talajoknál rendszeren vízben gazdagabb erdőtalajok protozoa-faunája is egytől egyig betokozódik, ha a nyári szárazság az életműködésükhöz szükséges minimális vízmennyiséget is elpárologtatja.

Ami a talajlakó véglények *számát* illeti, az nagyon sok mindentől függ, elsősorban a talaj minőségétől és víztartalmától. Erősen *szikes* talajban csak néhány Amöba-fajt és Euglenát találtunk. A laza *homokos* talajban sok protozoa él, de csak azok a fajok, amelyek gyors betokozódásra képesek. *Agyagos* talaj szintén kevesebb véglényt tartalmaz. Legnagyobb számban élnek az olyan *humuszos* talajban, melynek savanyúsága nem magasfokú. A természetes trágyával erősen *trágyázott* talajban hirtelen magasra szökik a véglények száma. Már Francé és Allison kutatásaiból kiderült, hogy a marhatrágyával jól trágyázott talajokban található a legtöbb véglény. Allison 1 gr talajban 10,314 *Ostoros-véglényt* (*Flagellata*), 1,492 Amöbát és 77 Ciliátát talált. Feltűnő az a tapasztalat, hogy a műtrágyával trágyázott talajokban csak kereken 3,000 véglény volt kimutatható.

Az előbbi adatokkal élesen szemben állanak Cutler tapasztalatai. Ez a kutató 1 g talajban a cystákkal együtt 100—50,000 Amöbát,

1,000—100,000 *Ostoros-véglényt* s legfeljebb 1,000 Ciliátát mutatott ki. Ámde Franco is Pérey aki más tenyésztőtálat használt, mint az előbbi kutató, 1 g kerti talajban 1,193,000 véglényt számlált meg. Koffmann pedig 10,000—100,000, sőt néha többmillió protozoát talált a mezőgazdasági talajokban, amelyekben túlnyomóan *Flagelláták* voltak, ezeket követték a *Gyökérlábúak*, míg *Ciliátákat* csak kivételesen sikerült kimutatni. Mindenesetre e számban nemcsak az aktív protozoák, hanem a cysták is benne foglaltatnak, úgyhogy az aktív protozoákat Koffmann legfeljebb 50—60,000 re becsüli.

Az *erdőtálat* protozoának vizsgálata alkalmaival mi egyes soproni erdők talajában 50,000 protozoát is találtunk, mint maximális számot, melynek éppen a fele aktív, a másik fele pedig cystaállapotban volt. Ám volt idő, főleg nyáron, amikor egyetlen aktív véglényt se sikerült kimutatnunk.

A protozoáknak *vertikális* — mélységi — előfordulásáról még nagyon keveset tudunk. Természetes, hogy ez a talaj minőségétől függ. Francé szerint a rendes humusztalajban 1 m mélységig lehet véglényeket találni, éppen úgy, mint baktériumokat. Legnagyobb mennyiségben azonban mintegy 5 cm mélységben találhatók. Ettől lefelé haladva számuk állandóan csökken.

Legújabbban a szovjet Giljarov végzett szép vizsgálatokat a Fergana-hegység dió- és gyümölcsös erdőiben. Főként a *Metazóókat* vizsgálta és kimutatta, hogy az állatvilág maximálisan 2 m mélyre hatolt be a földbe. Valószínű, hogy odáig a baktériumok és protozoák is elterjednek. Megállapításai szerint a közép-nagyságú (mezo) fauna 100—120 cm mélységig vesz részt a talajjáratok képzésében s ettől a rétegtől lefelé a mikrofauna működik, viszont az avar 75—80%-ának elbontását is a mikrofauna végzi el.

A talajlakó véglények száma az eddigi kiterjedt vizsgálatok szerint kétféle *ingadozást* mutat: *napi és évi ingadozást*. Cutler, Crump és Sardon humid mezőgazdasági talajokban 1 éven keresztül minden nap meghatározzák mind a baktériumok, mind az aktív protozoák számát. Kimutatták, hogy a napi ingadozásban az aktív véglények és baktériumok száma ellentétesen változott. A véglények számának növekedésekor a baktériumok száma csökkent, viszont a baktériumok számának növekedésével a véglények számának csökkenése járt együtt.

Nálunk Telegdy Kováts végzett napi vizsgálatokat. Kiválasztott egy jól trágyázott kerti talajt s szeptemberben az egész hónapban keresztül meghatározta benne az *amöbáknak* és a *baktériumoknak* a számát. Azért választotta számlálás céljából az amöbákat, mert tapasztalat szerint ezek táplálkoznak a baktériumokkal, természetesen figyelembevéve azt is, hogy a *Ciliáták* és a *Flagelláták* számos

faja is táplálkozik baktériumokkal. Olyan nagyfokú ingadozást észlelt, hogy pl. szeptember 10-én 20.000 amoeba mellett 22 millió baktérium volt, de már másnap, szeptember 11-én 100.000 amoeba jelenlétében csak 20 millió baktériumot talált. Viszont szeptember 16-án 12.000 amoeba mellett 45 millió baktérium volt. Szeptember 24-én 8.000 amoeba jelenlétében 38 millió baktériumot tudott megszámolni.

E vizsgálatokból az derül ki, hogy az amoebák és baktériumok számának fluktuálása határozott törvényszerűségeket mutat: a véglények számának emelkedésével csökken a baktériumok száma és megfordítva. Ebből az derül ki, hogy a véglények gátolják a baktériumok szaporodását és megfordítva. Ámde látni fogjuk, hogy ebből még nem lehet arra következtetni, hogy a véglények károsak a talaj életére.

Fehér professzor intézetében mi a baktériumok és véglények életét és szerepét évekre kiterjedően vizsgáltuk a többi nagyszámú faktorról egyetemben. Azt találtuk, hogy mind az erdei, mind a réti és mezőgazdasági talajokban évi, ill. évszaki változások mutatkoznak. A mezőgazdasági talajokban is a talajprotozoákra sikerült kimutatni, hogy megjelenései számuk maximumát késő ősszel, mégpedig novemberben és decemberben éri el. Ettől az időtől kezdve számuk rohamosan csökken márciusig, majd lassan emelkedik s június-augusztusban egy második maximum jelentkezik, de az elsőnél, a főmaximumnál sokkal gyengébben. Ezután megint csökkenés áll be, s októbertől, a lombhullástól kezdve hirtelen emelkedik a számuk.

Ezzel szemben a talaj *összbaktériumainak* a száma késő ősszel és télen a legalacsonyabb, míg tavasszal és nyáron erősen növekszik, hogy kb. júliusra elérje a maximumot. Ettől kezdve megint csökken a baktériumok száma.

Ezekből az vehető ki, hogy a baktériumok élete nem függ a talaj protozoáitól, viszont a talajlakó véglények élete sincs teljesen a baktériumokhoz kötve. Utóbbiak sokkal szárazabb talajokban is élnek szaporodásukkal bizonyosságot tesznek arról, hogy igényeikben és életszükségeikben kevésbé kényesek, mint a talaj véglényei.

A *gyakorlati gazdaság* szempontjából természetesen az a kérdés a legfontosabb, hogy a *talajvéglényeknek milyen szerepük van a talajélet háztartásában*. Rögtön meg kell állapítanom, hogy erről még igen keveset tudunk. Ennek oka főként abban rejlik, hogy nagyon nehéz a talajvéglényeket a mikroszkóp tárgyasztalára vinni. Kicsinyiségük, rejtett életmódjuk és az a sajátáguk, hogy igen nagy a talajróghoz való ragaszkodásuk (rögtaxisuk), a közvetlen módszerrel történő vizsgálatokat roppant megnehezítik. Minőleges és mennyileges kutatásokhoz tehát a közvetett, azaz tenyésztési módszereket kell alkalmaznunk.

Sokáig azt hitték, hogy a talajban élő véglényeknek nincs semmi szerepük. Pedig az a

körülmény, hogy 1 g talajban is igen nagy számban fordulnak elő, azt követeli tőlünk, hogy számoljunk velük, mint a talaj életközösségének, biocoenosisának, jelentékeny számban meglévő tagjaival.

Eltekintve attól, hogy állati életmódjukkal nagytömegű N-tartalmú húgyanyagokat juttatnak a talajba és elhalásuk után testük fehérjeanyagai is hozzájárulnak a talaj N-tápsóinak növeléséhez, szem előtt kell tartanunk eleven állapotukban a talaj baktérium- és algaflórájával való szoros kapcsolatukat. Kétségtelen, hogy jórészt baktériumokkal táplálkoznak, de azáltal, hogy egyéb szerves táplálékokat is vesznek magukhoz, nem tekinthetők tisztán baktériumfalóknak. Az újabb kísérleti vizsgálatok sok szép eredményt mutattak ki a baktériumokkal való szoros kölcsönhatásukra vonatkozólag.

Kiderült, hogy a talajvéglények határozottan *serkentő* hatással vannak a talajbaktériumok életére. Cutler, Ball, Nasir, Telegdy Kováts egymástól függetlenül megállapították, hogy az *Azotobacter* N-kötőképessége sokkal nagyobb a véglények jelenlétében, mint ezek nélküli tiszta tenyészetekben. Fedorova Vinogradova (1928) nagyon értékes kísérletekkel kimutatta, hogy az egymás mellett tenyésztett *Azotobacter* és talajamoebák esetében a véglények csökkentették ugyan az *Azotobacter*ek számát, de ugyanakkor lényegesen emelték azok szaporodási arányát. 1%-os mannitoldatban is az *Azotobacter*ek szaporodása és fejlődése amoebák jelenlétében sokkal erősebb volt. Szeverceva szintén foglalkozott ezzel a kérdéssel és bebizonyította, hogy sok véglény az *Azotobacter* táplálkozás szempontjából más baktériumokkal szemben előnyben részesíti.

Greaves-nak (1941) sikerült bebizonyítania, hogy sok talajprotozoa rendkívül erősen stimulálja az *Azotobacter* általi légköri N-kötést. Ezzel kapcsolatban Fedorov M. V. is rámutat arra, hogy különösen akkor értek el nagy hatást, ha az *Azotobacter*eket folyékony környezetben tenyésztették és a *Ciliata*-rend képviselői szerepeltek velük együtt. Ekkor nemcsak az általános N-mennyiség nőtt a kultúrában, hanem az *Azotobacter*-sejtek száma is erősen megszorodott, sőt morfológiai változások is megfigyelhetők voltak.

Fedorov rendkívül fontos megfigyeléséről számol be, mert azt tapasztalta, hogy bár a *Ciliátákat* 65°-ra való felhevítéssel megölte, mégis olyan mértékben stimulálták az *Azotobacter* fejlődését, mint ugyanezen szervezetek élő sejtjei. Ebből arra következtetett, hogy a protozoák sejtjeiben különleges stimuláló anyagok vannak, amelyek könnyen elviselik a nem nagyon magas hőmérsékletet. Minthogy 1 ml tápoldatra eső 20–40.000 protozoa-sejt már határozott stimuláló hatást fejt ki, ezért feltehető, hogy az *Azotobacter*-kulturákban való koncentráció-

juk rendkívül csekély lehet. Valószínűnek tartja, hogy a stimulálásnak növekedést előidéző természete van. A folyékony tápoldatban az *Azotobacter* N-kötő tevékenysége 3—4-szeresére nőtt. A kitenyészített sejtek száma pedig 5—6-szorosára emelkedett (a kontroll 1 ml-ére eső 31 millió helyett a protozoával vegyes kultúrában 200,7 millió volt). Hasonló eredményeket értek el a talajkomposztok esetében is, ha azokba *Azotobacter* és különböző protozoák kulturáit vitték. Fedorov ebből arra következtetett, hogy bár a talajprotozoák táplálkozásuknál az *Azotobacter*t felfalják, mégis azoknak sejtjeit szaporodásia és növekedésre serkentik, éppen a stimuláló anyagok szaporodása következtében. Kimondja, hogy az *Azotobacter*ek és a talajprotozoák kölcsönös kapcsolata már túlhaladja a parazitizmus jellegét és inkább a szimbiózis kapcsolatát veszik fel.

A stimuláló anyagoknak Fedorov-tól a protozoákban történt felfedezése érdekes kapcsolatot hoz létre a híres Filatov professzornak éppen napjainkban ismertessé vált és a stimulálóknak vonatkozó nagyszabású vizsgálataival.

Nálunk Telegdy Kováts azt is kimutatta, hogy a baktériumok CO_2 -fejlesztése jóval nagyobb a véglények jelenlétében, mint azok hiányában és hogy a baktériumok száma kevesebb ugyan a véglényekkel együtt, ámde teljesítőképességük nagyobb és egyenletesebb.

Meiklejohn azt találta, hogy a talajbaktériumok ammóniatermelése a véglények jelenlétében növekedett, bár számuk megcsökkent. Ugyanerre az eredményre jutottak Waksman, Hils és Skinner is.

Ezek a kiragadott példák is azt mutatják, hogy a véglények a talajbaktériumok mikrobiológiai tevékenységét és ezek életműködését határozottan elősegítik, annak ellenére, hogy számukat esetenként csökkentik. Feltétlenül el kell fogadnunk Fedorov állítását, mely szerint kapcsolatuk túlhaladja a parazitizmust és a hasznos együttélés (szimbiózis) jellegét veszi fel.

Röviden még néhány érdekes kapcsolatra kell rámutatnom. A szovjet Gorlenko M.V. és Voronkevics J.V. a talajban élő fitopatogén baktériumok életképességét tanulmányozták és azt az érdekes megfigyelést tették, hogy a talajlakó véglények elpusztítják a fitopatogén baktériumokat. Idézik ezzel kapcsolatban Gino tapasztalatát, mely szerint a talajprotozoák megsemmisítik a *Bact. aroidea*-t, a *B. citri*-t és a *B. hyacinthi*-t. Tehát a talajprotozoák ebben az irányban nagyon hasznos működést fejtenek ki.

Viljamsz megállapította, hogy a zöld növények minden csoportjának megvannak a sajátos mikroorganizmusai. Valamely növénynek hosszú időn át való termesztése bizonyos, a növényvel való együttéléshez leginkább alkalmazkodott mikroorganizmusok kiválasztásához

és a talajban való felhalmozódásához vezet. Ezzel kapcsolatban Gavrilov A. az erdei talajok mikroflórája és -faunája mennyiségi és minőségi összetételének változását tanulmányozta különböző feltételek hatására. Tapasztalata szerint a *tölgyerdőtelepítések* talajmikroflórája és -faunája bizonyult a legdúsabbnak és legváltozatosabbnak, bár eltérők voltak a vidékek fizikai földrajzi adottságai és a talajtípusok is. A tölgyerdők mögött mennyiségileg és minőségileg a *nyílerdők* talajszervezetei állnak, míg a *tűlevelűek* (luc, jegenyefenyő) talajaiban kisebb változatosságban és lényegtelen, kisebb mennyiségben fordulnak elő a mikroflóra és -fauna tagjai. Kimondja, hogy a fajok talajszerkezett és mikroflóra és — fauna között szoros kapcsolat, kölcsönhatás van, így a fajok megfelelő kiválasztásával lehetővé válik a talaj mikroflórájának és -faunájának tervszerű megváltoztatása.

Magam már régebben tapasztaltam azt, hogy főként a réti talajokban a növények gyökerei körül több véglény található, mint a környező talajban, mintha a véglények a gyökérszálcákakon sokkal jobban éreznék magukat! Valószínű, hogy a vékony gyökérszálak ismert hidrotropizmusa és a rögök közötti nyomással összetömörülő víz, továbbá a gyökérszálcák kémiai hatása kedvezőbb élőhelyet nyújtanak a véglényeknek.

Sokszor megfigyeltem azt is, hogy a nagyobb amoebák, pl. az *A. terricola*, az *A. fluida*, valamint az *Ostrosok*hoz tartozó *Vahlkampfiák* az útkukba kerülő baktériumok közül nem mind egyiket kebelezik be, egyenesen válogatnak közülük, viszont a szerves anyagokat, finom törmeléket protoplazmájukba felveszik. Tesztükben gyakran lehetet látni 20—50 baktériumból álló telepeket, melyek valamilyen cellulóze-rostocská körül halmozódtak össze. A mikroszkóppal meg lehetett figyelni, hogy ez a cellulózerost elég gyorsan eltűnt. Nem akartam elhinni, hogy ez rendszeresen megtörténhet, véletlennek vettem. Néhány évvel ezelőtt azután Keller kimutatta, hogy a *Gyökérlábú*akhoz tartozó és a talajban is előforduló *Pelomyxa palustris* testében baktériumok vannak, melyek a felvett cellulóze felbontására cellulózt termelnek. Itt tehát rendkívül érdekes esete forog fenn a magasabbrendű élőlényeknél jól ismert sejtenbeli (intracelluláris) szimbiózisnak. Valószínű, hogy ez az eset igen gyakori a talajvéglények körében és ki fog derülni, hogy a talaj véglényei a cellulózt szimbióta baktériumaik segítségével fel tudják használni s így a cellulóze elbontásában is szerepük lehet. Ezzel a talajlakó véglények hasznos tevékenysége előtt egészen új perspektíva nyílik.

Mindezekből a példákból kiderül, hogy a talaj véglényeinek igen szoros kapcsolatai vannak a talaj többi élőlényeivel, de ezeket a kapcsolatokat még csak igen kis mértékben ismerjük. A még meglévő ismeretlen kérdések felde-

rítése a jövő feladata. Az ötéves terv keretén belül igyekezni fogunk azon, hogy az ismeretlen kérdések néhányát megoldjuk.

Nem fejezhetem be a talajlakó véglényekről elmondott ismertetésemnélkül, hogy rá ne mutassak még néhány szóval arra, milyen nagy szerepe van a talaj életében az állatvilág többi tagjainak is. Az újabb vizsgálatokból kiderült, hogy az igen nagy népsűrűségű mikroorganizmusok mellett a talajban lakó magasabbrendű állatvilág is igen nagy szereppel bír. Természetes, hogy működésük is igen nagy fontosságú. A legfelsőbb talajrétegekben 1 cm^2 felületre szokták számítani ezeknek az állatoknak a mennyiségét. Így százezertől több millióig találtak *Fonálférgeket* (*Nematoda*), százezerszázra *Kerekcsigákat* (*Rotatoria*), némelykor *Medveállatcsigákat* (*Tardigrada*), tízezerrel apró *Sertésférgeket* (*Enchytraeidae*), *Atkákat* (*Acari*) és *Ugrós farkúakat* (*Collembola*), továbbá százával a gilisztákat (*Lumbricidae*), szárazföldi csigákat (*Gastropoda*), Ezerlábúakat (*Myriopoda*), valamint rovarokat és főképpen ezek álcáit. Az apró élőlényeknek ez az óriási serege teszi a szó igazi értelmében élővé a talajt, amely annál termékenyebb, minél több élővilág népesíti be. A természetben talajban alig van belőlük néhány szerény képviselő. Ez a talaj valóban holt talaj. Az élő és egészséges talajban ez az élővilág szoros kap-

csolatban van egymással és mind közreműködnek abban, hogy a talaj szerkezete finom és laza legyen, egészséges maradjon, hogy a rajta termő és az ember számára szükséges magasabbrendű növényvilág minél gazdagabb termést hozzon. Ha a mezőgazda a talajt ilyen szemmel is nézi, akkor tudja, hogy a termékeny talaj egyáltalában nem holt tömeg, hanem lüktető életet tartalmazó magasabbrendű szervezet.

Ennek az élő talajnak a minősége a művelési módtól és a kihasználás mértékétől függ. Ha a gazda minél több szerves anyagot juttat a talajba, akkor annak élővilága is gazdag. Ha a mikrobiológus gazdag talajflórát és -faunát talál a talajban, akkor mai ismereteink szerint hozzávetőleg meg tudja mondani annak termelőképességét is. A jövő mikrobiológiai feladatai közé tartozik, hogy a talajmikrobiológus kutatásaival segítségére siessen a mezőgazdának, hogy nehéz munkájában a talaj biológiai értékelését is megadhassa.

Ezt az utat követve eljuthatunk a talajmikrobiológia nagyszerű gyakorlati céljához, nevezetesen ahhoz, hogy a talajok termelőképességének értékeléséhez és a talaj megjavításához a fizikai és kémiai adatok felkutatása mellett biológiai analízissel hozzájáruljunk.

VARGA LAJOS